


L 629.13

Q 809



# Motorballon und Flugmaschine.

...


Von

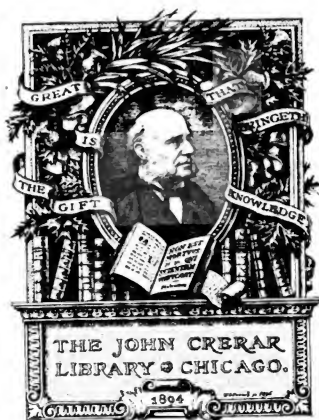
Major A. von Parseval  
in Berlin.

Mit 19 Abbildungen im Text.



Wiesbaden.  
Verlag von J. F. Bergmann.  
1908.





# Motorballon

## und Flugmaschine.



Von

**Major A. von Parseval**

in Berlin.

*Mit 19 Abbildungen im Text.*



Wiesbaden.

Verlag von J. F. Bergmann.

1908.

THE  
JOHN CRONIN  
LIBRARY

Alle Rechte vorbehalten.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stötz in Würzburg.

## Motorballon und Flugmaschine

sind die Schlagworte für die Haupteinrichtungen, in welche sich die Luftschiffahrt, diese modernste Tochter der Technik, bereits scheidet, zwei prinzipiell ganz verschiedene, eigenartige Lösungen des Flugproblems, die berufen zu sein scheinen, sich nebeneinander gleichberechtigt zu behaupten.

Freilich scheint vorerst der Motorballon, auch kurzweg lenkbares Luftschiff genannt — Graf Zeppelin nennt es Flugschiff — einen entschiedenen Vorsprung erlangt zu haben; denn während in mehreren grossen Staaten die Einführung des Motorballons entweder schon beschlossen ist oder doch bevorsteht, befindet sich die Flugmaschine noch ganz im Versuchsstadium und hat erst noch den Beweis ihrer Existenzberechtigung zu liefern.

Die Versuche, den Ballon lenkbar zu machen, gehen bis in die ersten Zeiten kurz nach Erfindung des Luftballons zurück. Leider kann ich jedoch auf die interessante historische Entwicklung nicht eingehen.

Ich muss mich auf die Schilderung der zur Zeit wichtigsten Typen beschränken und beginne mit einer kurzen Kennzeichnung der an einen lenkbaren Ballon zu stellenden Anforderungen.

### Fahrtgeschwindigkeit.

Der Hauptpunkt, von dem die Brauchbarkeit abhängt, ist die Fahrtgeschwindigkeit des Ballons. Diese muss höher sein als 40 km pro Stunde. Man sollte zwar meinen, dass auch eine

LC. 27.13  
— 0 3

254710

mittelmässige Geschwindigkeit z. B. eine solche von 20 km pro Stunde für viele Zwecke recht nützlich sein kann. Aber dies trifft deswegen nicht zu, weil das Luftschiff den Kampf mit den wechselnden und starken Windströmungen aufzunehmen hat. Hier liegt die grosse Schwierigkeit. Ist die Aufgabe gestellt, einen dem Wind gerade entgegen liegenden Punkt zu erreichen, so muss das Luftschiff seine Fahrt in einer Atmosphäre antreten, die sich als Ganzes über dem Boden verschiebt. Betrüge diese Verschiebung z. B. 6 m pro Sekunde gleich rund 20 km pro Stunde, und der Ballon kommt dagegen gleichfalls mit 6 m pro Sekunde vorwärts, so bleibt er vom Boden aus gesehen über einem Punkt stehen. Hat das Luftschiff aber eine Eigengeschwindigkeit von  $12\text{ m} = 40\text{ km}$  pro Stunde, so kommt es mit einer Geschwindigkeit von  $40 - 20 = 20\text{ km}$  pro Stunde gegen den Wind auf. Mit dem Winde aber würde das Schiff 60 km über dem Erdboden zurücklegen und dreimal so schnell fahren wie gegen den Wind.

Da nun Winde von 6 m Sekundengeschwindigkeit zu den alltäglichen gehören, so sieht man, dass ein Luftschiff mit nur 6 m Geschwindigkeit für praktische Zwecke nicht brauchbar ist und dass man von wirklicher Lenkbarkeit nur dann sprechen kann, wenn es beträchtlich schneller ist als der Wind. Bis jetzt ist die grösste erreichte Geschwindigkeit die des Parsevalballons am 16. September 1908 ca. 15,5 Sekundenmeter.

Aber selbst wenn es gelingen sollte, diese Geschwindigkeit noch wesentlich zu steigern, so würde doch immer der Wind eine ganz entscheidende Rolle spielen.

Man kann sagen, dass ein Luftschiff nur insoweit von praktischem Wert ist, als es gegen einen „Normalwind“ von mindestens 8 m aufzukommen vermag.

Eine besonders unangenehme Aufgabe ist auch die Ersteigung grosser Höhen. Denn hierzu braucht man eine beträchtliche Reserve an Tragkraft. Um eine grosse Geschwindigkeit zu erzielen, sind aber schwere Maschinen und viel Tragkraft nötig. Dazu soll das Luftschiff nicht gar zu gross sein, damit man es

am Boden gut manövrieren lassen kann. Das sind schwer vereinbare Gegensätze.

Bevor ich nun darangehe, zu zeigen, in welcher Weise die einzelnen Systeme diese Aufgaben lösen, möchte ich die allgemeinen, für alle gleichmässig gültigen Punkte darlegen und beginne mit der Gestalt des Tragkörpers.

Bei Anfertigung der Ballonhüllen war die Anwendung des Kautschuks als Dichtungsmittel ein grosser Fortschritt der deutschen Industrie, welche zurzeit praktisch ein Monopol auf diesem Gebiet ausübt. Der Kautschuk schwächt nicht die Stofffaser, er kann sich den Verziehungen des Webstoffes leicht anpassen und dichtet gut. Nachteilig ist der hohe Preis und seine geringe Dauerhaftigkeit. Der Preis der Hülle ist zurzeit noch ein grosses Hindernis für die Entwicklung der Motorluftschiffahrt. Als Ballonstoff wird nur mehr Baumwolle benützt, da sich bei der Vereinigung von Seide und Kautschuk gefährliche elektrische Erscheinungen gezeigt haben. Der Kautschuk wird zwischen zwei Stofflagen eingewalzt, welche dadurch zu einer festen Haut vereinigt werden.

Hierbei werden die Stoffe meist so übereinandergelegt, dass die eine Stofflage die Fäden der anderen im Winkel von  $45^{\circ}$  kreuzt. Dann kann keiner der beiden Stoffe der Faser nach reissen, und entstehende Löcher können sich nicht rapid vergrössern wie dies bei parallel laufenden Fäden der Fall ist.

Diese sogenannten „diagonal doublierten“ Stoffe sind in Deutschland allgemein angewendet. In Frankreich gibt man den parallel doublierten Stoffen den Vorzug.

Als Traggas kommt ausschliesslich Wasserstoff in Betracht.

Die Tragkraft guten Wasserstoffes beträgt bei einer Temperatur von  $10^{\circ}\text{C}$  und einem Barometerstand von 760 mm ca. 1100 g pro cbm.

Um beispielsweise eine Last von 3000 kg zu heben, braucht man 2730 cbm H. Die Tragkraft des H ist abhängig vom Barometerstand und von der Temperatur. Sie nimmt daher in

grösseren Höhen merklich ab. Im Winter trägt ein Ballon von 3000 cbm bis 250 kg mehr als im Sommer bei grosser Hitze.

Zum Vergleich führe ich noch an, dass das für Kugelballons allgemein benützte Leuchtgas etwa  $\frac{2}{3}$ , erhitzte Luft, das erste von den Montgolfiers angewendete Tragmittel, etwa  $\frac{1}{3}$  der Tragkraft des H besitzt.

### Äussere Form.

Der längliche Tragkörper hat bei Luftschiffen mit nur einer Gondel eine Länge gleich etwa dem sechsfachen Durchmesser. Am vorteilhaftesten hat sich die Fischform erwiesen mit kurzem stumpfen Kopf und langem, spitz auslaufenden Hinterteil.

Diese Form besitzt nicht nur sehr günstige Widerstandsverhältnisse bei Durchdringung der Luft; sie erleichtert auch die Aufgabe, den Körper in stabilem, geradlinigen Flug zu führen, und dies ist erfahrungsgemäss sehr wichtig; denn ein Schiff mit unsicherem Kurs verliert in den unfreiwilligen Kurven merklich an Geschwindigkeit. Im allgemeinen haben nun alle länglichen Ballonkörper gleich den Wasserschiffen das Bestreben, mit der Spitze aus der Bahn zu weichen und sich quer zu stellen. Diesem Übelstand wird durch sogenannte Stabilisierungs- oder Dämpfungsflächen am hinteren Ende begegnet, die ähnlich den Federn eines Pfeiles angeordnet sind. Die Franzosen nennen diese Einrichtung direkt „Befiederung“ (empennage).

Der Tragkörper darf ferner äusserlich keine Falten haben, in die der Wind sich hereinlegen kann; er muss stets prall voll sein. Deshalb besitzen alle lenkbaren Luftschiffe, ausgenommen das Zeppelinsche, ein oder zwei grosse, im Innern des Ballons auf dem Boden liegende Säcke, auch Ballonets genannt, welche durch einen Ventilator mit Luft gefüllt werden können. Bei Gasverlusten wird durch Einpumpen von Luft in diese Säcke das Volumen ausgeglichen und ausserdem ein innerer Überdruck er-



zeugt, der erforderlich ist, um dem Ballon eine tadellose äussere Form zu verleihen.

Die Luftsäcke müssen, wenn der Ballon eine gewisse Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen besitzen soll, imstande sein, etwa den vierten Teil des Ballon-Volums aufzunehmen. Je höher das Luftschiff fahren soll, und je grössere Temperaturschwankungen es auszuhalten hat, um so grösser müssen sie sein. Auch richtet sich ihre Grösse nach der Grösse der Entlastungsgewichte, d. h. nach der Menge der vorhandenen Betriebsmittel und des Ballastes.

Wird nämlich der Ballon erleichtert, so steigt er, und es muss ein der Entlastung entsprechendes Quantum Gas austreten; die Luftsäcke müssen daher ein gleich grosses bzw. um ein wenig grösseres Quantum Luft aufnehmen können.

Dem Tragkörper wird seine Bewegung erteilt durch sogenannte Luftschrauben, welche den bei Wasserschiffen gebräuchlichen Schraubenpropellern sehr ähnlich sind. Je nach Umständen haben sie 2, 3 oder 4 Flügel und werden aus Stahlblech, Aluminium, Blech, aus Holz oder aus Rahmen gefertigt, welche mit Stoff überzogen sind.

Eine gesonderte Stellung nimmt die von mir konstruierte Schraube ein. Sie verzichtet auf ein starres Gerippe in den Schraubenflügeln. Diese Flügel sind aus sehr kräftigem Leinwandstoff gefertigt und durch eingelegte eiserne Seile und Stahlleisten ziemlich schwer gemacht.

Die Nabe trägt 4 Flügel und hat einen ziemlich grossen Durchmesser, etwa  $\frac{1}{4}$  des Schrauben-Durchmessers, und bei der Umdrehung werden die Flügel durch die Zentrifugalkraft, welche 10—11 mal grösser ist als der auftretende Luftdruck, ausgebreitet und gespannt erhalten. Bei richtiger Verteilung und Bemessung der Flügelgewichte stellt sich der Flügel in eine korrekte Schraubenfläche ein, und hat ausserdem die Eigenschaft, dass er sich bis zu einem gewissen Grad seiner Flugbahn anpasst und bei Gegenwind seine Steigung von selbst ändert.

Die Vorteile dieser Bauart sind grosse Leichtigkeit der Flügel, ihre Unzerbrechlichkeit, ihr geringer Raumbedarf im Ruhezustand.

Man kann grosse und ausgiebige Propeller konstruieren, und je grösser sie sind, je mehr Luft sie packen und hinter sich werfen, um so kräftiger ziehen sie vorwärts, um so besser ist der Effekt. Die unstarre Schraube nützt 60% der zugeführten Kraft aus.

Die Umfangsgeschwindigkeiten der verschiedenen Schrauben schwanken zwischen dem 6- und 12 fachen der Fahrgeschwindigkeit.

Bei den französischen Militärballons gehen sie bis 128 m p. s., wobei es allerdings einmal vorkam, dass ein Schraubenflügel abflog, glücklicherweise nach unten, nicht nach oben in den Ballon.

Im allgemeinen ist die Theorie der Luftschaube noch recht wenig geklärt, und man darf sich hierüber nicht wundern; ist es doch bei den Schiffsschrauben im Wasser nicht besser, obwohl diese schon viel länger im Gebrauche sind und eine viel erheblichere praktische Bedeutung haben.

Der wichtigste Teil des Luftschiffes aber, seine Seele, ist der Motor, und zwar werden ausschliesslich Benzinmotore verwendet. Hier war es die Automobilindustrie, welche die Schwierigkeiten überwunden hat.

Im Automobil werden ganz ähnliche Anforderungen gestellt wie im Luftschiff: Der Motor muss leicht sein, er darf nur wenig Raum einnehmen, er soll betriebssicher und solide sein; und als erst das Bedürfnis da war, hatte die Technik in kurzer Zeit wahre Wunder an Leichtigkeit geschaffen. Das Gewicht eines zuverlässigen Motors ist heute (mit Kühler) auf ca. 5 kg pro Pferd gesunken. Die noch leichteren Konstruktionen, deren Gewicht bis 2 kg pro PS herabgehen, haben sich bis jetzt nicht bewährt.

Der Luftschiffmotor muss aber besonders robust sein. Denn während im Automobil nur selten und nur für kurze Zeit seine höchste Kraftleistung gefordert wird, ist dies beim Luftschiff fortwährend der Fall. Hier wird eine ganz gleichförmige Arbeits-

leistung verlangt, gerade wie beim Motorboot, bei dem anfangs auch die normalen Automobilmotoren versagten.

Aber der beste Motor kann niemals die Zuverlässigkeit einer Dampfmaschine erlangen, die leider für den Zweck viel zu schwer ist. Man stattet daher die grösseren Luftschiffe jetzt mit zwei Motoren aus, da doch nicht so leicht alle beide gleichzeitig versagen. So haben wir denn als allgemeines Bild des Luftschiffes einen länglichen, aussen mit Stabilisierungsflächen, innen mit Luftsäcken ausgerüsteten Ballonkörper, der durch Luftschrauben mittelst Benzinmotoren vorwärts getrieben wird.

Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich hauptsächlich in der Art der Versteifung des Tragkörpers, der Zahl und der Art der Anbringung der Propeller und in der Art der Höhensteuerung.

Zur Versteifung der Ballons werden lange, brückenähnliche Träger aus Stahl, Aluminium oder Holz verwendet. Beim System Zeppelin sind diese Träger in den Tragkörper selbst eingebaut, füllen denselben ganz aus und bilden mit demselben ein untrennbares Ganzes. Man nennt daher dieses das starre System.

Bei den übrigen Systemen sind die Träger unter dem Ballon befestigt und abnehmbar. Diese Systeme nennt man die halbstarren Systeme.

Ein drittes System, das meininge, verzichtet auf den Längsträger ganz und gar und wird daher das unstarre System genannt.

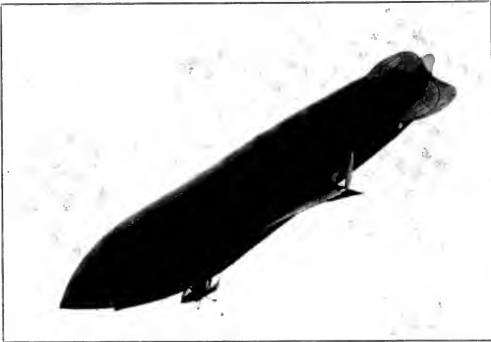
Ich beginne mit den französischen Ballons, da diese die ältesten sind. Durch das Vorgehen Frankreichs kam die Entwicklung der Luftschiffahrt erst in Fluss. Hier war es Santos Dumont, der durch seine mannigfachen Experimente die öffentliche Meinung in Atem hielt und das Terrain vorbereitete. Den ersten ernsthaften Erfolg hatten aber die Brüder Lebaudy, die Zuckerkönige Frankreichs, welche den Ingenieur Julliot beauftragten, eine Luftyacht für ihren persönlichen Gebrauch zu erbauen. Nach mehrjährigen Versuchen erwies sich dieses Schiff —



Paric.

übrigens aus deutschem Stoff erbaut und mit einem deutschen Motor ausgerüstet — so brauchbar, dass es von der französischen Regierung angekauft wurde, und hiermit war der entscheidende Schritt getan.

Nach diesem System wurde zunächst das Luftschiff „Patrie“ erbaut und nachdem dieses von einem Sturm entführt war, ein zweites: Die „République“.



Patrie.

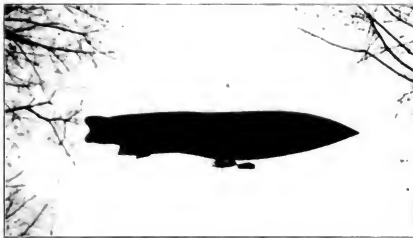
Diese Luftschiffe besitzen als Versteifung ein Aluminiumgerüst, welches unter dem Ballon befestigt ist. An diesem ist die Gondel mittelst Seilen aufgehängt. Die Stabilisierungsflächen, „Papillon“ genannt, sind am hinteren Ende des Ballons angebracht; doch befinden sich solche auch noch an dem Gerüst. Diese Flächen bestehen aus Rahmen aus Stahl und Aluminiumrohren, welche mit Stoff überzogen sind.

Am Gerüst befindet sich auch das Seitensteuer.

Dasselbe ist bei allen Lenkbaren in gleicher Weise wie bei Schiffen angeordnet und wird mittelst Seilen und Handrad bewegt.



Patric.



Patric.

Die Höhensteuerung wird durch horizontale Äroplan-Flächen besorgt, welche so gestellt werden können, dass sie den Ballon auf- oder abwärts drücken. Eine Neigung der Ballonachse findet

hierbei nur in sehr geringem Grade statt, da der tiefliegende Schwerpunkt der Gondel grössere Schrägstellungen nicht zulässt.

Die Vorwärtsbewegung wird durch zwei zweiflügelige Propeller aus Stahlblech erzeugt, welche links und rechts der Gondel sich befinden. Der Motor steht quer in der Gondel, die Verlängerung der Achse führt direkt an die Propeller, und die Bewegungsübertragung auf diese erfolgt durch Schraubenräder.

Diese Konstruktion ist einfach und maschinell bequem, hat aber den Nachteil, dass die Schrauben tief unter dem Schwer-



Ville de Paris.

punkt des Luftschiffes und der Angriffslinie der Luftwiderstände liegen, wodurch ein Kippmoment entsteht, welches die Ballonspitze hebt. Infolgedessen neigt das Luftschiff namentlich bei unruhiger Luft zu Schwankungen, und die Dämpfungsflächen werden stark beansprucht.

Der eigentümliche pyramidenförmige Unterbau aus Stahlröhren unter der Gondel hat den Zweck, das Aufstossen der Schraubenflügel auf den Boden zu verhindern.

Ein zweites System mit äusserer Versteifung zeigt uns der französische Ballon „Ville de Paris“.



Ville de Paris.



Hier bilden Gondel und Versteifung ein Ganzes, der Ballon schwebt an Seilen darüber. Der lange Gondelträger wurde zuerst von dem verstorbenen Oberst Renard, der bedeutendsten Persönlichkeit der modernen französischen Aëronautik, angewendet. Er bietet beim Manövrieren am Boden grosse Bequemlichkeiten; doch kann er bei stürmischen Landungen sehr gefährlich werden. Eine Eigentümlichkeit ist die unstarre Form der mit Gas gefüllten wulstförmigen Stabilisierungsflächen. Besser erscheint es, das Gas im Hauptkörper zu behalten; denn kleine Nebenkörper sind schwer zu revidieren und dicht zu halten. Der Ballon besitzt nur eine, am vorderen Ende des Gerüsts befindliche grosse zweiflügelige Luftschraube. Dieselbe besteht aus einem starken Stahlrohr als Hauptträger, einem Holzrahmen und einem Belag aus Mahagoniholz; sie macht 180 Umdrehungen pro Minute.

Zwei Paar drehbare Flächen dienen zur Höhensteuerung.

Die Konstruktion der „Patrie“ hat dem englischen Militärballon „Nullisecundus“ zum Muster gedient. Das Renardsche Langgerüst dagegen finden wir namentlich bei amerikanischen Sport- und Vergnügungsluftschiffen. Beide Typen sind übrigens von der französischen Regierung in Gebrauch genommen; es sollen mehrere Luftschiffe System „Ville de Paris“ in Bestellung gegeben sein.

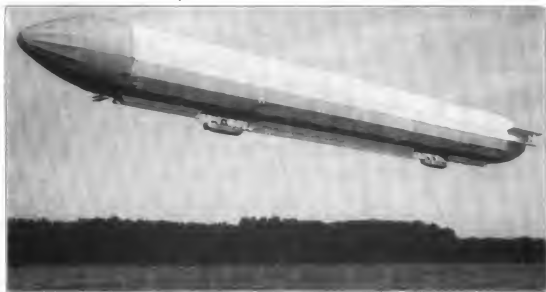
Das Deutsche Militär-Luftschiff gehört dem Typ „Patrie“ an. Doch ist hierbei die Anordnung der Luftschrauben eine bessere. Diese sitzen links und rechts dicht unter dem Ballon an dem langen Versteifungs-Gerüst. Unter diesem ist an Seilen die Gondel aufgehängt. Das Schiff besitzt zwei Motore, deren Bewegung durch Treibseile auf die Schrauben übertragen wird.

Bei den Versuchsfahrten hat es eine bemerkenswerte Betriebssicherheit gezeigt und den Zeppelinschen Zeitrekord in einer 12 $\frac{1}{2}$  stündigen Dauerfahrt geschlagen.

Die meisten der sonstigen lenkbaren Luftschiffe ähneln dem Vorbilde dieser beiden, und so verschieden auch die Gerüstkonstruktionen und die Anordnung der Einzelheiten sonst sein mögen, so sind fruchtbare Ideen sonst nicht bemerkbar. Nament-

lich sind auch die Versuche, wie sie in Italien geplant waren, durch eine ausdehnbare Hülle die Einfügung von Luftsäcken zu umgehen, nicht von Erfolg begleitet gewesen, da die wirkenden Kräfte zu bedeutend sind, als dass sie durch solche Hilfsmittel bewältigt werden könnten.

Ich komme zum Zeppelinballon. Er ist der einzige Vertreter des absolut starren Systems. Im Innern des Tragkörpers befindet sich ein Gerippe aus Aluminium, welches die äussere Form herstellt, so dass kein künstliches Aufblasen durch einen Ventilator



Zeppelin.

stattfinden muss. Das gewaltige Luftschiff ist im Verhältnis zu seinem Durchmesser etwa noch einmal so lang wie seine Kollegen und hat dafür nicht eine, sondern zwei Gondeln. Es sind also gewissermassen zwei lenkbare Ballons mit ihren Gondeln zu Einem vereinigt. Das letzte, leider verunglückte Luftschiff war 136 m lang bei einem Durchmesser von 13 m und hatte einen Inhalt von 15000 cbm.

Die äussere Form ist die eines 16seitigen Prismas, dessen Enden eiförmig zulaufen. Im Innern ist das Schiff durch 16 Quer-

wände in 17 Abteilungen eingeteilt. In jeder dieser Abteilungen befindet sich eine Tasche aus Ballonstoff, welche im aufgeblasenen Zustand den Raum genau ausfüllt. In diese 17 Taschen wird das Traggas gefüllt.

Aussen um das Gerippe ist noch eine Schutzhülle aus wasserdichtem Stoff gelegt. Ein besonderer Luftsack ist natürlich nicht notwendig.

Am hinteren Ende befinden sich 4 grosse Stabilisierungs-



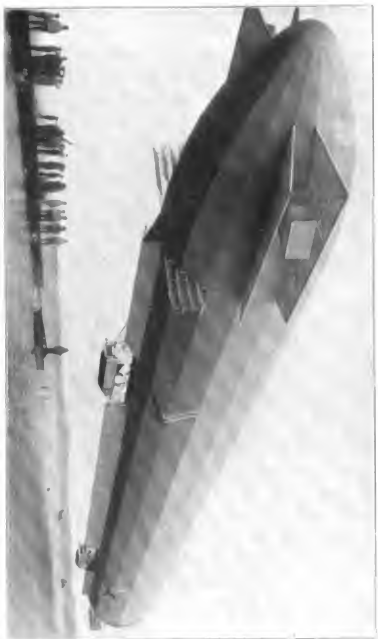
Zeppelin III.

flächen, eine Einrichtung, zu der sich Graf Zeppelin nur schwer überreden liess.

Erst als im Jahre 1906 eine Fahrt infolge hochgradiger Unstabilität des Fahrzeuges völlig misslang, gab er den Ratschlägen seiner Umgebung Gehör und liess die Pfeilflächen anbringen, die dann auch dem Fahrzeug den vielgerühmten sicheren Flug verlichen.

Die Höhensteuerung erfolgt nach einem anderen Prinzip als die der halbstarren Schiffe.

Sie wird durch zwei Gruppen von Flächen bewirkt, welche unter dem vorderen und hinteren Ende des Schiffes angebracht



**Zeppelin III.**

sind. Will man nun z. B. aufwärts fahren, so wird die vordere Flächengruppe so gestellt, dass sie die Spitze des Schiffes hebt, die hintere Gruppe so, dass sie das Heck nach unten drückt; das ganze Fahrzeug stellt sich dann schief. Um das Luftschiff leicht schief stellen zu können, sind die Gondeln möglichst hoch gehängt und die Höhensteuer möglichst weit vor- und rückwärts gelegt, wobei die grosse Länge des Tragkörpers sehr vorteilhaft ist.

Nun treiben zunächst die Propeller den Koloss in die Höhe. Sollte aber der Auftrieb des Schiffes nicht ausreichen, so legt sich die lange Unterfläche des Schiffes als Drachenfläche auf die Luft und übt eine gewaltige Hebewirkung aus.

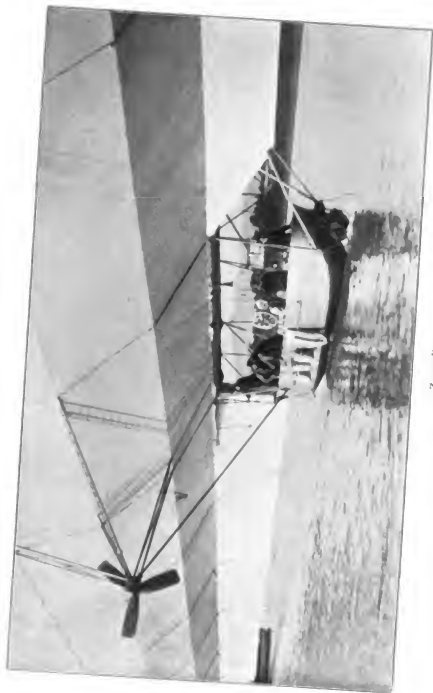
Diese kann dann rechnungsmässig beim Horizontalflug bis etwa 1800 kg betragen. Dabei muss der Ballon einen Winkel von  $12^{\circ}$  zu seiner Flugbahn bilden. Allerdings tritt dadurch eine bedeutende Verzögerung der Fahrt ein. Beschränkt man sich aber auf die Hälfte dieser Hebekraft, so geht der Bewegungswiderstand hierfür auf den vierten Teil zurück und beansprucht nur  $\frac{1}{4}$  der ganzen Arbeitsleistung, was keine wesentliche Rolle mehr spielt. Dann kann man den Ballon um etwa 400 m über seine Gleichgewichtslage heben. Dies gilt jedoch nur bei der vollen Leistung beider Motoren. Mit Einem Motor ist die dynamische Wirkung viel kleiner, weil die Geschwindigkeit abnimmt und die Höhensteuer den Ballon nicht mehr so kräftig drehen, so dass der entsprechende Drachenwinkel nicht erreicht wird. Dies hat die grosse Fahrt am 4. und 5. August schlagend bewiesen.

Der Antrieb des Zeppelinschen Luftschiffs erfolgt durch 4 Schrauben von 2,4 m Durchmesser, welche paarweise links und rechts seitwärts etwas unter der Mitte des Tragkörpers sitzen. Die Antriebskraft wurde beim Modell IV durch zwei hundertpferdige Daimler-Motoren geliefert.

Bei der grossen Dauerfahrt am 4. und 5. August hat sich ferner gezeigt, dass die Tragfähigkeit des Schiffes nicht ausreichte, um den atmosphärischen Einflüssen während einer 24-stündigen Dauerfahrt zu widerstehen.

Wurde in der heissen Sonne des 4. August der Ballon nur um 20° erwärmt — und dies war sicher der Fall — so verlor der Aërostat 6½% seines Gases, das durch die Sicherheitsventile austreten musste. Stieg er hierbei noch um 400 m, so traten weitere 5% des Gases aus. Zunächst hatte das gar keine üblen Folgen. Aber bei der Abkühlung am Abend fehlten nun ca. 12% des Gases, d. i. rund 2000 kg Tragkraft. Dies musste durch Verbrauch an Betriebsmaterial, Ballast und durch dynamische Wirkungen ausgeglichen werden. Da der Verbrauch an Betriebsmaterial während der 11 stündigen Fahrt am 4. August nicht mehr als 600 kg betragen haben kann, so musste 1340 kg Ballast ausgegeben werden, um das Fahrzeug aërostatisch flott zu erhalten.

Da nun aber nur 700 kg Ballast im ganzen vorhanden waren und noch dazu der vordere Motor aussetzte, war es nicht möglich, das Fahrzeug flott zu erhalten; dasselbe landete unfreiwillig bei Oppenheim. Das Schiff fiel so rasch, dass nicht einmal mehr Zeit war, den verfügbaren Ballast auszugeben, wurde aber sehr geschickt in ein Altwasser des Rheins gesteuert. Nachdem fünf Personen und alles sonst Entbehrliche ausgeschifft waren, kam das Schiff mit genügendem Ballast gegen halb elf abends wieder hoch. Nun allerdings war zu erwarten, dass der nur noch zu ⅓ gefüllte Aërostat die Nacht und den folgenden Tag anstandslos tragen würde, und dies wäre auch der Fall gewesen, wenn nicht einer der Motoren versagt hätte. Hierdurch war die Geschwindigkeit des Schiffes so stark herabgesetzt, dass es gegen den Wind nicht mehr aufkam. Der Graf entschloss sich daher zum Landen in der Nähe von Stuttgart bei Echterdingen, um den Schaden durch die Monteure der Dainlerwerke ausbessern zu lassen. Dieser Zeitverlust wurde verhängnisvoll. Ein Gewittersturm riss nachmittags 3 Uhr das Schiff von seinen Verankerungen los. Ein elektrischer Funke mag in dem Raum zwischen den Gashüllen und der äusseren Umhüllung übergesprungen sein, und hier befand sich, da im gleichen Moment Ventil gezogen war, ein brennbares Gemisch von Gas und Luft. In einem Nu war das stolze Luft-



Zeppelin.

schiff, das Werk jahrelanger Arbeit, verbrannt und in einen wirren Trümmerhaufen verwandelt.

Aber auch ohne die Brandkatastrophe wären bei der Schleifahrt in dem grossen Geripp schwere Havarien unvermeidlich gewesen. Sehr wichtig ist, dass es gelang, auch auf festem Boden glücklich zu landen. Freilich nicht ohne Beschädigungen. Auf einzelnen Photographien des Schiffes nach der Landung bei Echterdingen sind mehrere zerknickte Träger sichtbar, und man sieht stark verbogene Streben weghängen.

Gleichwohl ist es keine Frage, dass das Zeppelinsche Luftschiff bei gutem Wetter auch auf festem Boden sich unbeschädigt niederlassen kann, namentlich wenn Hilfe zur Stelle ist.

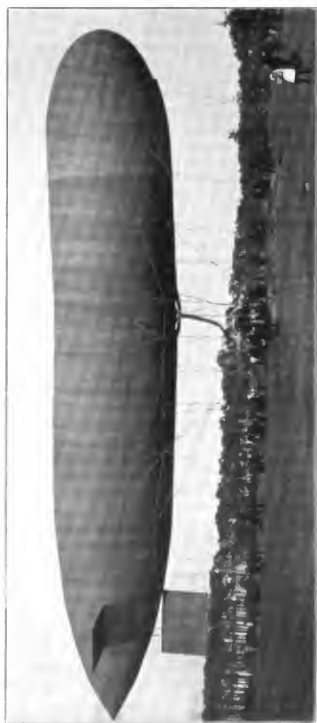
Das Misslingen der Fahrt ist also auf das Versagen des einen Motors zurückzuführen. Hier wurde die Erfahrung, dass gewöhnliche Automobilmotoren nicht dauernd mit ihrer Nennleistung laufen können, die schon im Motorboot gemacht worden war, aufs neue bestätigt.

Ein schwerer Nachteil des Zeppelinschen Systems trat nicht nur bei Echterdingen in die Erscheinung, sondern auch bei der Landung am 17. Januar 1906, dass es nicht möglich ist, das Luftschiff, wenn es fern von seiner Halle gelandet ist, durch Entleeren der Einwirkung des Windes zu entziehen und im entleerten Zustand zu transportieren.

Treten in einem solchen Fall starke Havarien ein, so muss man das Aluminiumgeripp zum Transport gänzlich zerlegen, was einer Zerstörung gleichkommt. Die Lebensfähigkeit des Zeppelinschen Systems wird davon abhängen, ob es gelingen wird, solche Katastrophen in Zukunft mehr als bisher zu vermeiden.

Im Gegensatz zu dem Zeppelinschen Ballon hat der Parsevalballon auf ein starres Geripp völlig verzichtet. Die nötige Starrheit des Tragkörpers wird durch Aufblasen erzielt, was durch die tiefe Gondelaufhängung wesentlich erleichtert wird. Zum Betriebe ist bei den zwei bisher erprobten Luftschiffen ein Mindestdruck





von 10 mm Wasser — gemessen an der Unterkante — erforderlich. Der normal angewendete Druck beträgt 20 mm, die Ballons würden bei etwa 250 mm Wasserdruck platzen. Ausserdem hat der Aërostat — das letzte Modell — Fischform. Er besitzt drei Pfeilflächen, von denen die vertikale Fläche hinten das Steuer ruder trägt.

Im Innern sind in den Enden zwei grosse Luftsäcke, welche, vollständig aufgeblasen, zusammen etwa  $\frac{1}{4}$  des Ballonvolumens einnehmen können. Durch Einblasen von Luft in diese Säcke wird nicht nur die Hülle äusserlich stets prall voll erhalten, sondern die Schräglage des Ballons in der Luft geregelt, indem man nach Bedarf Luft aus dem einen Sack aus- und in den andern eintreten lässt und dadurch den Schwerpunkt entsprechend verschiebt.

Jeder Luftsack hat ein Überdruckventil und einen durch eine Klappe verschliessbaren Einlass.

An der Oberseite der Luftsäcke ist ferner ein System von Leinen befestigt, welche beide Luftsäcke verbinden. Die Schlussleine läuft in geeigneter Führung über eine Rolle am Teller des Hauptventils.

Wenn nun der Ballon steigt und das Gas sich ausdehnt, so wird zunächst die etwa überschüssige Luft durch die Sicherheitsventile herausgetrieben und die Luftsäcke sinken zu Boden. Ist dies geschehen, so würde bei weiterer Ausdehnung des Gases der Ballon platzen. Dann aber wird durch die Verbindungsleine zwischen den Luftsäcken von selbst das Hauptventil aufgezogen und das überschüssige Gas kann austreten. Die Länge dieser Leine ist so bemessen, dass immer ein bestimmtes Quantum Luft in den Säcken verbleibt, soviel als nötig ist, um die Schräglage des Luftschiffes zu regeln. Um Luft aus einem Sack in den andern zu schaffen, wird durch Ziehen an einer Leine eine der Einlassklappen geöffnet und der zugehörige Auslass verschlossen, so dass Luft in den betreffenden Sack eintreten muss. Dadurch steigt der Druck im Ballon, so dass das Sicherheits-



Parseval-Schiff Type A Nr. II.

ventil des anderen Luftsackes sich von selbst öffnet und dort die Luft austreten lässt.

Die Gondel ist nicht starr am Ballon aufgehängt, sondern kann wie eine Schaukel vor- und rückwärts pendeln, wobei sie parallel zur Ballonachse bleibt. Zu diesem Zweck ist sie mit Seilen, welche gerade nach oben laufen, am Ballon befestigt, und die Seile, welche die überstehenden Enden des Ballons halten, laufen über Rollen am Gondelgestell, so dass letzteres auf den Rollen hin- und hergleiten kann. Die Einrichtung hat den Zweck, Schwankungen des Luftschiffes zu vermindern. Wird z. B. die Schraube in Aktion gesetzt, wobei sie bis über 350 kg Druck auf die Gondel ausübt, so geht der Ballon nicht sofort mit, sondern die Gondel läuft auf ihren Rollen ein Stück vorwärts. Dadurch verlegt sich ihr Schwerpunkt nach vorn und verhindert ein Aufbäumen des Luftschiffes.

Ebenso kann der Ballon, wenn er von einem plötzlichen Windstoss während der Fahrt getroffen wird, ein wenig zurückbleiben, ohne die Gondel unmittelbar mitzunehmen. Hierdurch werden stampfende Bewegungen stark vermindert.

Die Schaukelaufhängung der Gondel hat noch den wichtigen Vorteil, dass man mit verhältnismässig geringen Kräften den Ballon schräg stellen kann. Mit einer starr aufgehängten Gondel würde das statische Moment des Luftschiffes ein allzugrosses sein. Durch die Schaukelaufhängung wird also das nämliche erreicht, was Zepplin durch die hohe Gondelaufhängung anstrebt.

Das Luftschiff wird bisher in 2 Typen gebaut. Type A besitzt nur einen Motor und eine Schraube, Type B zwei Motoren und zwei Schrauben.

Erprobt wurden bis jetzt zwei Schiffe nach Type A. Diese besaßen Motore von 85 bzw. 100 PS und erreichten Geschwindigkeiten von 12,5 und ca. 15,5 m pro Sekunde. Die Bewegungsübertragung auf die Schraube erfolgt bei diesen durch zwei Paar Kegelräder im Verhältnis 4:1, d. h. die Schraube von 4,3 m Durchmesser macht 4mal weniger Umdrehungen als der Motor.



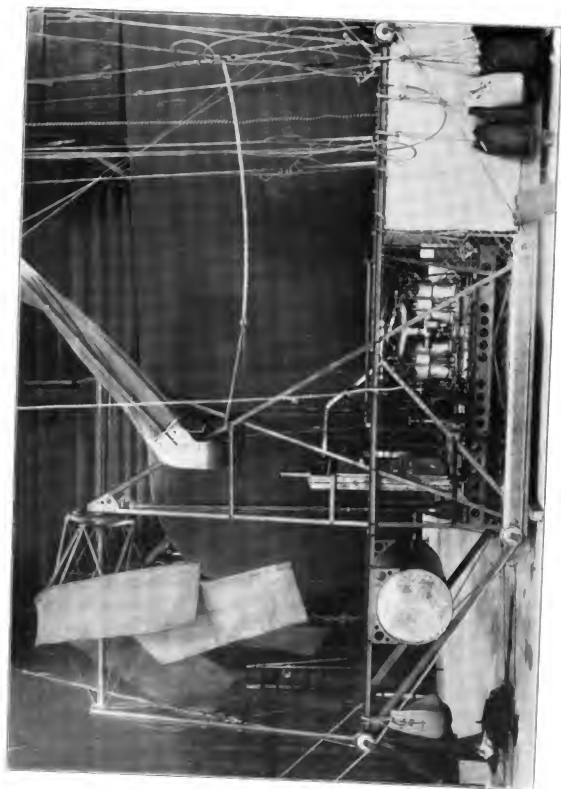
Parseval-Type A Nr. II Abfahrt.

Das Benzingefäss am hinteren Ende der Gondel hält Brennstoff für 10 Stunden bei voller Kraftleistung. Bei geringerer Tourenzahl ist die Marschdauer bedeutend länger, bis 18 Stunden.

Am 15. September d. J. führte das Schiff Type A Nr. II eine Dauerfahrt von 11 Stunden 35 Minuten aus, bei welcher allerdings nicht die volle Kraft des Motors angewendet wurde. Es wurden ca. 250 km zurückgelegt und  $\frac{2}{3}$  des Brennstoffes verbraucht. Am folgenden Tage sollte sich das Schiff zu einer Besichtigung vor Sr. Majestät dem Kaiser begeben. Hierbei legte es mit voller Kraft arbeitend gegen einen Wind von 9,2 m (Mittelwert aus 9 gleichzeitigen Registrierungen an einem Fesselballon am Abfahrtspunkt in 280 m Höhe) einen Weg von 9,5 km in 23 Minuten zurück. Unter Berücksichtigung der Windrichtung, welche etwas schief zur Fahrtrichtung lief, ergibt sich hieraus eine Fahrtgeschwindigkeit von 15,5 m. Das ist die grösste, bisher von einem Motorballon erzielte Geschwindigkeit. Das Wetter war der Entwicklung von Geschwindigkeit nicht günstig. Wiederholt warfen die Böen den Ballon aus seinem Kurs.

Leider wurde die Fahrt durch einen Unfall beendet. Infolge der hohen Fahrtgeschwindigkeit und der seitlichen Windstösse zerbrach der Holzrahmen der linken Seitenfläche, die spitzen Holzstücke wurden vom Wind in den Ballon geschleudert und rissen ein grosses Loch. Das Schiff fiel aus 200 m Höhe rapid zu Boden, wurde jedoch von den Zweigen einiger Kiefern sanft aufgefangen, so dass niemand von den Insassen beschädigt wurde. Auch der Materialschaden war verhältnismässig gering.

Bei Type B, deren Fertigstellung bevorsteht, sollen zwei Motoren der A. E. G. zur Anwendung kommen mit je 100 PS, welche zwei Schrauben von je 4 m Durchmesser in Bewegung setzen. Der Ballon erhält ein Volumen von 5600 cbm. Der Brennstoff reicht bei Vollbelastung der Motoren 12 Stunden, bei der Marschgeschwindigkeit des Ballons von etwa 42–45 km pro Stunde, 20 bis 24 Stunden.



Parseval-Gondel Type A Nr. II.

Ich möchte nun einmal auch persönlich auf die mancherlei Angriffe zu sprechen kommen, welche von Graf Zeppelin selbst

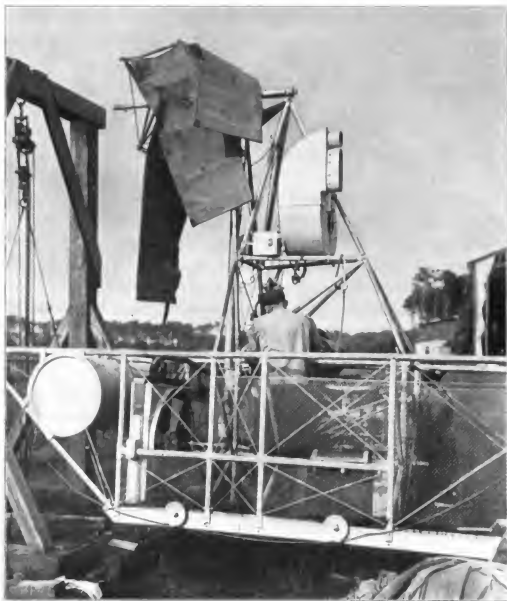


Parseval-Schraube im Gang.

und noch mehr von seinen Anhängern wiederholt auf mein System gerichtet worden sind. Zunächst wurde hervorgehoben,



dass die Ballons ohne Versteifungsgerippe nur in kleinen Dimensionen gebaut werden könnten und nach Aktionsradius und Ge-



Parschal-Schraube in Ruhe.

schwindigkeit dem starren System der Riesenballons unterlegen wären.

Wie gross man unstarre Ballons bauen kann, das wird der bevorstehende Versuch mit der Type B von 5600 cbm lehren. Sollten hier günstige Erfahrungen gemacht werden, woran ich nicht zweifle, so unterliegt es keiner Schwierigkeit, Ballons ohne Traggerüst gleichfalls mit zwei Gondeln und Verbindungsgang zu konstruieren, und dann würde man bei gleichem Durchmesser und doppelter Länge der Type B etwa auf 11000 cbm kommen, also auf Zeppelinsche Dimensionen. Das nutzbare Gewicht wäre aber bei einem solchen Fahrzeug bedeutend grösser als bei dem gleich grossen Zeppelin, weil das gewaltige Aluminiumgeripp wegfällt. Infolgedessen würde ein solches Luftschiff grössere Motoren und mehr Brennstoff mitführen, folglich schneller und weiter fahren können als die Zeppelin-Schiffe.

Das Parseval-System hat ferner den wichtigen Vorteil, dass es keine Höhensteuer besitzt, sondern die Schräglage des Ballons durch Gewichtsverlegung in einer von der Fahrtgeschwindigkeit unabhängigen Weise regelt. Die Zeppelinschen Höhensteuer nehmen namentlich bei reduzierter Fahrt soviel Kraft weg, dass bei verminderter Motorleistung die Fahrtgeschwindigkeit auf ein ungenügendes Mass herabsinkt, viel mehr als bei dem Parseval-schen System.

Nun soll die Betriebssicherheit bei Zeppelin wesentlich grösser sein als bei den anderen Systemen. Soweit Motoren und Schrauben in Betracht kommen, sind die Verhältnisse mindestens gleich. Zweifellos sind aber meine Gondeln fester und die Kraftübertragung betriebssicherer als bei Zeppelin. Die erhöhte Betriebssicherheit könnte also nur im Tragkörper mit seiner Versteifung gesucht werden.

Nun ist zuzugeben, dass der Parsevalballon in seiner Lenkbarkeit beeinträchtigt ist, wenn der innere Überdruck zu sehr sinkt und die äussere Gestalt sich deformiert.

Aber selbst wenn einmal eine starke Deformation des Parsevalballons eintritt, so ist das Luftschiff ein Freiballon; eine besondere Gefahr ist nicht damit verbunden.

Im Jahre 1906, bei den ersten Versuchen, ist der Fall fünfmal eingetreten. Später noch zweimal, ohne dass die Takelung beschädigt wurde.

Gerade der Fall am 16. September hat deutlich gezeigt, dass selbst bei starker Deformation das Takelwerk unbedingt sicher ist.

Das Zeppelinsche Traggerüst hat aber demgegenüber den Nachteil, dass die Oberfläche der gasdichten Hüllen durch ihre grosse Zahl bedeutend vergrössert wird und dass es sehr schwierig ist, diese 17 Hüllen mit ihren 34 Ventilen genügend dicht zu halten. Das ist aber bei dem grossen Gasbedarf von wesentlicher Bedeutung.

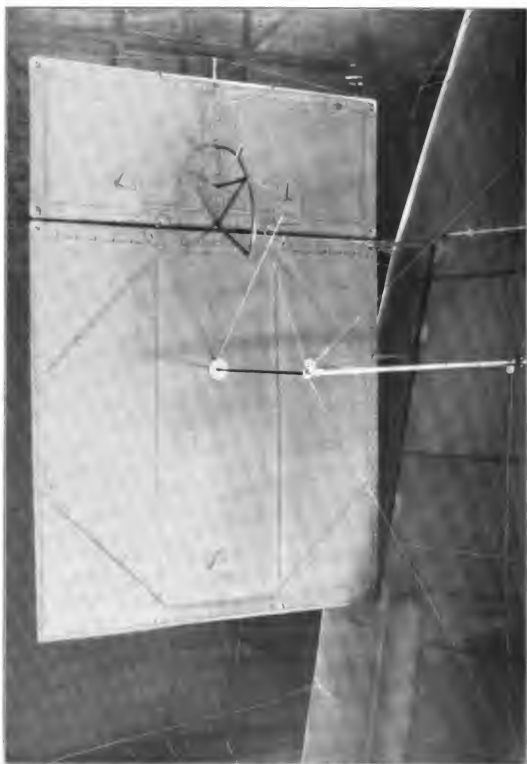
Auch ist es nicht möglich, die Zeppelinschen Luftschiffe unbegrenzt zu vergrössern, wie dies in Aussicht gestellt worden ist.

Denn bei der Vergrösserung wächst zwar die Tragkraft mit dem Kubus der Lineardimensionen, das Gewicht des Gerippes aber nach den Gesetzen der Festigkeit in stärkerer Masse, so dass ein immer geringerer Prozentsatz der Tragkraft für die Nutzlast übrig bleibt.

Eine überaus wichtige Frage harret noch der Lösung: wie es möglich sein wird, derartige Riesenluftschiffe bei Wind aus den Hallen zu bringen und zu bergen. Vielleicht wird dieser Umstand der Vergrösserung der Luftschiffe endgültige Grenzen setzen.

Ein weit kleinerer Apparat als der Motorballon ist die Flugmaschine. Die geringere Grösse, ihre Billigkeit, die Bequemlichkeit der Bedienung werben ihr täglich neue Anhänger und lassen es geboten erscheinen, dass man ihr ernstliche Beachtung widmet.

Hier aber braucht man Motore, die ganz besonders leicht und namentlich vollkommen betriebssicher sind, und es ist noch nicht gelungen, diese beiden Anforderungen in genügendem Masse zu vereinigen. Namentlich die Betriebssicherheit lässt viel zu wünschen übrig, so dass Flugversuche vorerst nur auf besonderen Übungsplätzen und in geringer Höhe stattfinden können.



Parseval Type A Nr. II Vertikale Dämpfungsfläche mit Ruder.

Bis jetzt sind zwei verschiedene Systeme bis zum Versuchsstadium gelangt, der Drachenflieger (das Aëroplan) und der Schraubenflieger (die Helikoptere).

Der Schraubenflieger ist ein Apparat, der durch Luftschrauben mit vertikaler Achse in der Schwebe erhalten wird. Zwei oder mehr Windräder werfen die Luft mit solcher Gewalt nach unten, dass der Apparat sich hebt. Die Vorwärtsbewegung wird entweder durch besondere Schrauben erzeugt oder durch Schrägneigung des Apparates, so dass die Tragschrauben gleichzeitig nach oben und vorn drücken.

Eine solche Maschine könnte sich wie ein Luftballon von der Erde erheben und allmählich in den Vorwärtsflug übergehen; doch ist der Kraftbedarf zum Heben ein unmässig grosser. Er nimmt allerdings beim Übergang zum freien Flug ab, doch sind hieran bisher alle Anläufe gescheitert. Gleichwohl sind hoffnungsvolle Versuche von Paul Cornu vorhanden. Derselbe hat ein Gewicht von 328 kg mit zwei Schrauben von 5,4 m Durchmesser tatsächlich in die Luft erhoben. Zu einem wirklichen Flug ist es nicht gekommen.

Zweifellos wäre die Helikoptere den verschiedenen Anforderungen des praktischen Fluges besser gewachsen als das Aëroplan; allein die technischen Schwierigkeiten sind dabei ungleich grösser.

Einfacher und technisch bequemer ist das Aëroplan, auch Drachenflieger genannt. Hierbei wird eine oder mehrere Drachenflächen durch Luftschrauben in geneigter Stellung mit grosser Geschwindigkeit durch die Luft gezogen. Die nach unten ausweichenden Luftmassen üben hierbei einen solchen Reaktionsdruck auf die Flächen, dass der Apparat sich hebt; zum Schwebenbleiben ist also eine grosse Geschwindigkeit erforderlich und ein Stillstehen auf einem Platze ist unmöglich. Vor Beginn des Fluges muss der Apparat erst in rasche Bewegung versetzt werden.

Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich durch die Form und Gruppierung der Flächen. Hervorragende Erfolge haben bisher

die Apparate der Brüder Voisin in Paris, welche von den Herren Farman, Delegrange gesteuert werden.

Diese Maschinen sind sogenannte Doppeldecker, d. h. die Drachenflächen sind in zwei Etagen übereinander angeordnet. Sie bestehen aus zwei hintereinander liegenden Flächenpaaren; vorn befindet sich ein sogenanntes Kopfsteuer, d. i. eine einfache horizontale Fläche, welche vom Lenker gedreht werden kann und den Apparat nach oben und unten steuert. Die Seitenlenkung wird durch ein am hinteren Ende angebrachtes gewöhnliches Steuer bewirkt. Die Vorwärtsbewegung wird durch eine Luft-



Farman im Apparat Voisin.

schraube aus Stahlblech erzeugt, welche direkt auf der Motorachse sitzt und bis 1300 Umdrehungen per Minute macht, was denn auch zu häufigen Brüchen Veranlassung gibt.

Der Motor hat 40 PS; er ist ein sogenannter Antoinette-Motor mit 8 Zylindern, welche zu zweien nebeneinander in V-Form stehen. Das Gewicht des Apparates betriebsfertig beträgt 550 kg, die Tragfläche 54 qm, so dass etwa 10 kg Gewicht auf 1 qm entfallen. Zum Fluge nehmen die Maschinen am Boden einen Anlauf und sind zu diesem Zwecke mit Rädern ausgestattet. Bei Windstille beträgt die Länge des Anlaufes 100—200 m. Die

normale Geschwindigkeit ist 60 km in der Stunde, doch wurden schon Geschwindigkeiten bis zu 80 km konstatiert.

Die grosse Geschwindigkeit wird somit mühelos erreicht. Zur Bekämpfung des Windes fehlt es aber noch an der nötigen Stabilität. Es kommt leicht vor, dass bei einem Windstoss der Apparat sich aufbäumt, seine Geschwindigkeit verliert und zu Boden sinkt. Eine grosse Schwierigkeit war auch das Auffinden geeigneter Übungsplätze. Bei Paris bildete das gaffende Publikum eine so ernstliche Gefahr, dass der Platz gesperrt wurde.



Delagrange im Apparat Voisin.

Ausser dieser Flugmaschine gibt es eine ganze Menge anderer Konstruktionen. So haben Blériot und Esnault Pelterie Eindecker (Monoplane) gebaut, d. i. Flugmaschinen mit einfachen Aéroplanflächen, welche gute Hebekraft zeigen, aber schwieriger stabil zu halten sind. Andere haben Dreidecker projektiert. Am weitesten fortgeschritten scheinen die Brüder Wilbur und Orville Wright aus Amerika zu sein. Ihr Apparat ist ein Doppeldecker, bestehend aus zwei Doppel-Flügelpaaren, von denen das hintere als Haupttragfläche, das vordere als Kopfsteuer dient.

Der Führer sitzt vorn, der Motor liegt rückwärts, der Antrieb erfolgt durch zwei hinter dem Apparat befindliche Luftschrauben.

So trifft der von der Luftschraube erzeugte starke Luftstrom nicht auf andere Konstruktionsteile, was bei anderen Systemen einen besonderen Bewegungswiderstand erzeugte. Die Kraftübertragung erfolgt durch Ketten. Dieses System erlaubt die Anbringung grosser Schrauben, welche kräftiger ziehen.

Die schwachen Punkte sind auch hier der Motor und die Stabilität. Diese wird durch das Balancieren mit dem Kopfsteuer erhalten, was grosse Übung erfordert.

Der Apparat besitzt keine Laufräder wie alle übrigen Apparate, sondern Schlittenkufen. Um ihn in Gang zu setzen, wird er auf einen Karren gesetzt und durch den Fall eines schweren Gewichtes auf einer Bretterbahn vorwärts geschellt. Nach 25 m Anlauf ist der Apparat im Flug.

Der höchst beklagenswerte Unfall Orville Wrights, der den Tod des Leutnants Selfriedge und die schwere Verwundung Orvilles zur Folge hatte, ist durch den Bruch einer der hölzernen Luftschrauben verursacht. Holz ist eben, wie sich auch bei meinem Unfall gezeigt hat, ein unzuverlässiges Konstruktionsmaterial. Nach Verlust einer Schraube war der Apparat einseitig angetrieben und stürzte in Spiralen zu Boden.

Schraubenbrüche sind übrigens z. Z. bei den Flugtechnikern sehr häufig, namentlich wenn die Schrauben direkt auf der Motorachse sitzen, was zu gefährlichen Drehungsgeschwindigkeiten führt und die Schraube den Erschütterungen des Motors direkt aussetzt. Bei nur einer Schraube ist die Sache allerdings nicht so gefährlich; bei zwei Schrauben ist ein Bruch aber auch leichter zu vermeiden, weil die von einer Schraube zu leistende Arbeit kleiner ist und die Kraftübertragung das Mittel an die Hand gibt, den allzugrossen Anfangsgeschwindigkeiten aus dem Wege zu gehen.

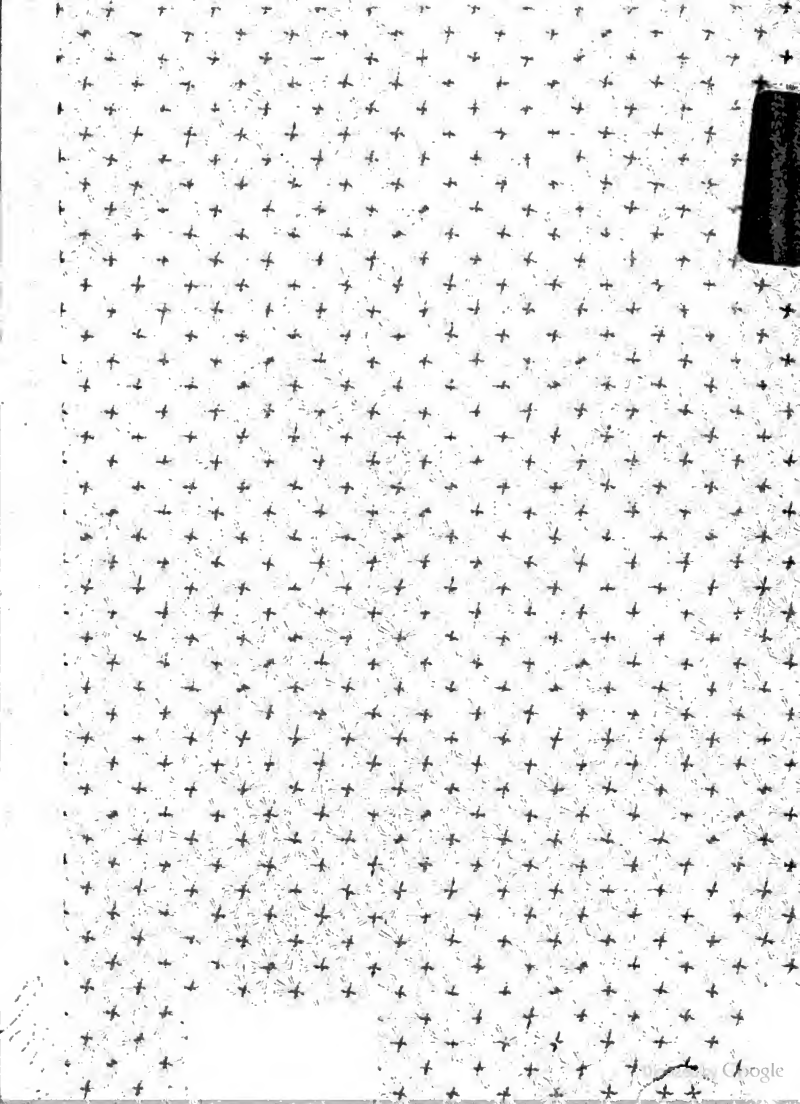
In Deutschland sind auf diesem Gebiete bisher noch keine praktischen Erfolge zu verzeichnen. Fragen wir uns zum Schluss, was kann die Flugmaschine, was kann der Motorballon leisten so müssen wir schon jetzt der Flugmaschine die grösseren Ge-



schwindigkeiten, dem Motorballon aber die grössere Flugdauer und die grosse Flughöhe zusprechen. Bei genügender Betriebssicherheit wird die Flugmaschine viel leichter Verbreitung finden, da sie viel billiger und handlicher ist. Wenn aber erst das geplante Riesenschiff der Firma Siemens-Schuckert in Betrieb kommt, dann wird man vielleicht auch Motorballons mit Schnelligkeitsgeschwindigkeit die Luft durchheilen sehen. Wer kann es wissen?







629.13 Q809 c.1

Motorballon und Flugmaschine



087 279 850

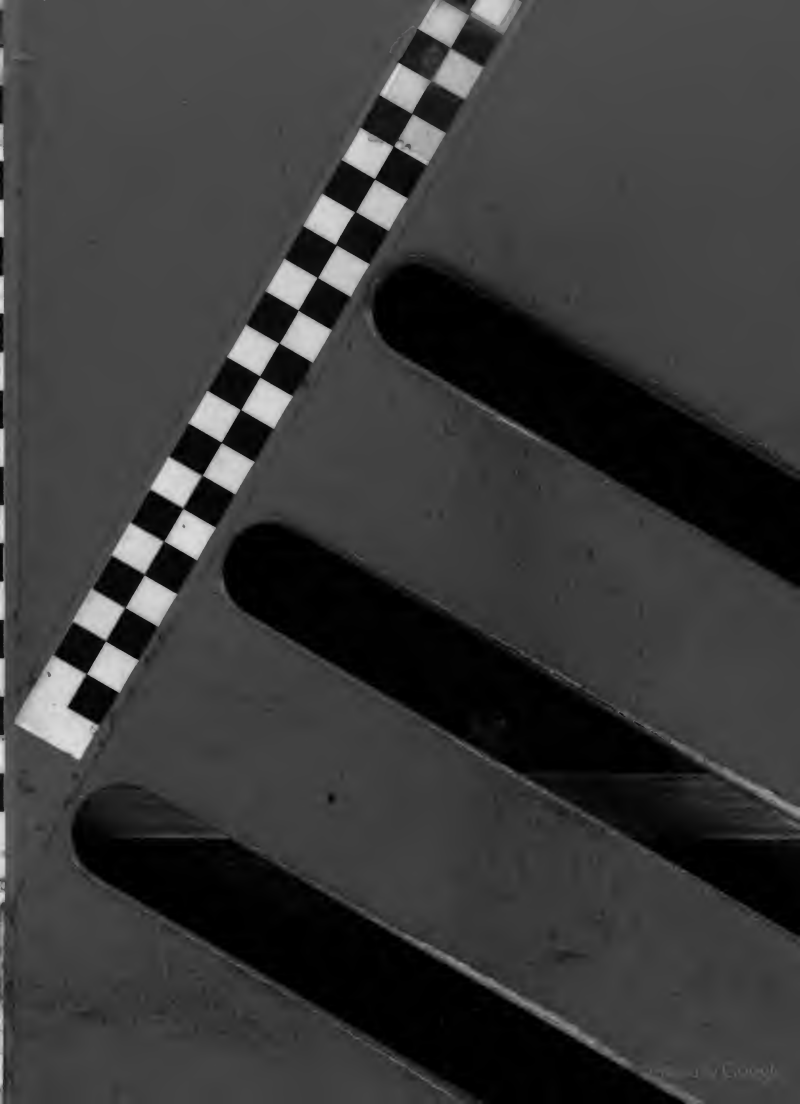
UNIVERSITY OF CHICAGO

---

Von demselben Verfasser erschienen:

# Die Mechanik des Vogelfluges.

Mit Abbildungen im Texte  
1910 und drei Tafeln 1910



629.13 Q809 c.1

Motorballon und Flugmaschine



087 279 850

UNIVERSITY OF CHICAGO

---

Von demselben Verfasser erschien:

# Die Mechanik des Vogelfluges.

Mit Abbildungen im Texte  
und drei Tafeln

1889 Preis 5 Mark.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

---